

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0085483
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 27일
Date of Application DEC 27, 2002

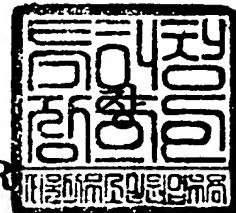
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003 년 05 월 21 일

특허청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0035
【제출일자】	2002.12.27
【발명의 명칭】	금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법
【발명의 영문명칭】	Plate for forming metal wires and method for forming metal wires using the same
【출원인】	
【명칭】	(주)하이닉스 반도체
【출원인코드】	1-1998-004569-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	1999-003525-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박상균
【성명의 영문표기】	PARK,Sang Kyun
【주민등록번호】	660808-1052415
【우편번호】	463-787
【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 181 상록마을 임광보성 아파트 408동 8 04호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	17 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	3 항 205,000 원
【합계】	234,000 원



1020020085483

출력 일자: 2003/5/22

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법에 관한 것으로, 다수의 트렌치 형성용 양각패턴 및 다수의 비아홀 형성용 양각패턴을 갖는 금속배선 형성용 원판을 제작한다. 금속배선 형성용 원판을 이용하여 트렌치 및 비아홀이 성형된 다층 구조의 절연막 패턴을 얻고, 다마신 공정으로 트렌치 및 비아홀에 금속을 매립하여 하부 금속배선과 전기적으로 연결되는 상부 금속배선을 형성한다. 본 발명은 사진 및 식각 공정을 적용하지 않음으로써 사진 및 식각 과정에서 발생되는 불량으로 인한 수율 및 신뢰성 저하가 방지되며, 공정단계의 감소를 통해 생산비용을 절감시키고 생산성을 향상시킬 수 있다.

【대표도】

도 3d

【색인어】

원판, 양각패턴, 절연막 패턴, 금속배선, 다마신



【명세서】

【발명의 명칭】

금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법 {Plate for forming metal wires and method for forming metal wires using the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1d는 종래 반도체 소자의 금속배선 형성 방법을 설명하기 위한 단면도.

도 2는 본 발명에 따른 금속배선 형성용 원판을 설명하기 위한 단면도.

도 3a 내지 도 3f는 본 발명에 따른 금속배선 형성용 원판을 이용한 금속배선 형성 방법을 설명하기 위한 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1, 31: 실리콘 기판

2, 32: 하부 저유전 절연막

3, 33: 연마정지층

4, 11, 34, 36, 40, 42: 확산 방지 금속막

5, 12, 35, 41: 구리배선

6a 내지 6e: 상부 저유전 절연막

- 7: 비아홀 형성용 마스크 패턴

8, 39: 비아홀

9: 트렌치 형성용 마스크 패턴

10, 38: 트렌치

20: 원판

20a: 플레이트

20b: 측벽

20c 및 20d: 제 1 및 제 2 주입구

21: 트렌치 형성용 양각패턴

22: 비아홀 형성용 양각패턴

37a: 저유전 절연물질

37b: 연마정지층

37: 절연막 패턴

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<24> 본 발명은 금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 형성하고자 하는 배선 형태의 양각패턴이 형성된 원판을 이용하여 다층 구조의 절연막 패턴을 성형하고, 절연막 패턴에 형성된 트렌치 및 비아홀에 다마신 공정으로 금속배선을 형성할 수 있도록 한 금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법에 관한 것이다.

<25> 종래에는 도 1a에 도시된 바와 같이 소정의 공정을 거친 실리콘 기판(1) 상에 하부 저유전 절연막(2)이 형성된 상태에서 하부 저유전 절연막(2) 상에 연마정지층(3)을 형성한다. 연마정지층(3)과 하부 저유전 절연막(2)을 패터닝하여 소정 깊이의 트렌치를 형성하고, 전체 상부면에 확산 방지 금속막(4) 및 구리박막(5)을 순차적으로 형성한다. 연마정지층(3) 상에 증착된 구리박막(5) 및 확산 방지 금속막(4)을 화학적기계적연마(Chemical Mechanical Polishing; CMP) 공정으로 제거하여 트렌치 내에 확산 방지 금속막(4)에 의해 둘려 쌓여진 구리배선(5)을 형성한다.

<26> 도 1b에 도시된 바와 같이, 전체 상부면에 다층 구조의 상부 저유전 절연막(6a 내지 6e)을 순차적으로 형성하고, 상부 저유전 절연막(6e) 상에 비아홀 형성용 마스크 패턴(7)을 형성한다. 마스크 패턴(7)을 식각 마스크로 이용한 식각공정으로 상부 저유전 절연막(6e 내지 6b)을 소정 깊이 식각하여 비아홀(8)을 형성한다. 이 때, 상부 저유전 절연막(6a)이 식각정지층으로 이용된다.

<27> 도 1c에 도시된 바와 같이, 마스크 패턴(7)을 제거한 후 상부 저유전 절연막(6e) 상에 트렌치 형성용 마스크 패턴(9)을 형성하고, 마스크 패턴(9)을 식각 마스크로 이용한 식각공정으로 상부 저유전 절연막(6e 및 6d)을 식각하여 트렌치(10)를 형성하는 동시에 잔류된 상부 저유전 절연막(6a)을 식각하여 구리배선(5)이 노출되도록 비아홀(8)을 완성한다. 이 때, 상부 저유전 절연막(6c)이 식각정지층으로 이용된다.

<28> 도 1d에 도시된 바와 같이, 트렌치(10) 및 비아홀(8)을 포함하는 전체 상부면에 확산 방지 금속막(11) 및 구리박막(12)을 순차적으로 형성한다. 상부 저유전 절연막(6e) 상에 증착된 구리박막(12) 및 확산 방지 금속막(11)을 화학적기계적연마(CMP) 공정으로

제거하여 트렌치 내에 확산 방지 금속막(11)에 의해 둘려 쌓여진 구리배선(12)을 형성한다. 구리배선(12)은 비아홀(8)을 통해 하부의 구리배선(5)과 연결된다.

<29> 상기와 같이 다마신 공정을 이용하여 다층 구조의 금속배선을 형성하는 종래의 방법에서는 비아홀 또는 트렌치를 형성하기 위한 사진공정시 하부 구리배선에 의한 난반사와 표면의 평탄도 등에 의해 여러 가지의 문제점이 발생되어 미세 크기의 패턴을 형성하는 데 많은 어려움이 따른다. 또한, 식각 과정에서 저유전 절연막의 손실 또는 패턴의 풍개짐이 발생되어 불량이 초래되며, 다층 구조의 배선을 형성하기 위해 다단계의 사진 및 식각 공정이 진행되어야 한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<30> 따라서 본 발명은 배선 형태의 양각패턴이 형성된 원판을 이용하여 다층 구조의 절연막 패턴을 성형하므로써 상기한 단점을 해소할 수 있는 금속배선 형성용 원판 및 그를 이용한 금속배선 형성 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

<31> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 금속배선 형성용 원판은 다수의 제 1 및 제 2 주입구가 각각 형성되고 가장자리부에는 소정 높이의 측벽이 형성된 플레이트와, 상기 플레이트 상에 형성된 다수의 트렌치 형성용 양각패턴과, 상기 트렌치 형성용 양각패턴 상에 형성된 다수의 비아홀 형성용 양각패턴을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<32> 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 원판을 이용한 금속배선 형성 방법은 a) 소정의 공정을 거친 실리콘 기판 상에 저유전 절연막을 형성하고 상기 저유전

절연막에 트렌치를 형성하는 단계와, b) 상기 트렌치 내에 하부 금속배선을 형성하는 단계와, c) 다수의 제 1 및 제 2 주입구가 각각 형성되고 가장자리부에는 소정 높이의 측벽이 형성된 플레이트와, 상기 플레이트 상에 형성된 다수의 트렌치 형성용 양각패턴과, 상기 트렌치 형성용 양각패턴 상에 형성된 다수의 비아홀 형성용 양각패턴으로 이루 어진 원판을 상기 실리콘 기판 상에 밀착시키는 단계와, d) 상기 제 1 주입구를 통해 소정 양의 제 1 절연물질을 주입한 후 열처리하는 단계와, e) 상기 제 2 주입구를 통해 내부가 채워지도록 제 2 절연물질을 주입한 후 열처리하는 단계와, f) 상기 원판을 제거하여 상기 트렌치 형성용 양각패턴에 의해 성형된 다수의 트렌치 및 상기 비아홀 형성용 양각패턴에 의해 성형된 다수의 비아홀을 갖는 다층 구조의 절연막 패턴을 얻는 단계와, g) 상기 트렌치 내에 상기 비아홀을 통해 상기 하부 금속배선과 연결되는 상부 금속배선을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<33> 상기 d) 및 e) 단계에서 상기 실리콘 기판 및 원판은 100 내지 450°C의 온도로 유지되는 것을 특징으로 한다.

<34> 상기 제 1 절연물질은 탄소를 함유하거나 저밀도의 유기 또는 무기 계열의 물질이며, 3000 내지 30000Å의 두께로 주입되고, 상기 제 2 절연물질은 연마정지층 역할을 할 수 있는 2.0 내지 4.5의 유전율을 갖는 무기 계열의 물질인 것을 특징으로 한다.

<35> 상기 d) 및 e) 단계의 열처리는 1기압 이상의 불활성 기체 분위기에서 10초 내지 10분동안 실시되는 것을 특징으로 하는 금속배선 형성 방법.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<37> 도 2는 본 발명에 따른 금속배선 형성용 원판을 설명하기 위한 단면도이다.

<38> 본 발명에 따른 금속배선 형성용 원판(20)은 다수의 제 1 및 제 2 주입구(20c 및 20d)가 각각 형성되고 가장자리부에는 소정 높이의 층벽(20b)이 형성된 원형의 플레이트(20a), 플레이트(20a) 상에 형성된 다수의 트렌치 형성용 양각패턴(21) 및 양각 패턴(21) 상에 형성된 다수의 비아홀 형성용 양각패턴(22)으로 이루어진다.

<39> 본 발명의 금속배선 형성용 원판은 하부에 위치하는 기판의 미세 굴곡과 상부로부터 인가되는 압력에 대응할 수 있도록 탄성을 가지며, 마모에 대한 내성이 우수하고 고용점계의 금속인 Ti, Ta, W 등으로 제작하거나, 상기 금속의 질소화합물 또는 Al₂O₃ 등의 세라믹으로 제작할 수 있다. 제 1 및 제 2 주입구(20c 및 20d)는 절연물질이 균일한 두께로 매립될 수 있도록 균일한 분포로 형성되며, 다른 종류의 절연물질을 각각 주입할 수 있도록 구분되어야 한다. 트렌치 형성용 양각패턴(21) 및 비아홀 형성용 양각패턴(22)은 사진 및 식각 공정 또는 다마신 공정으로 형성할 수 있는데, 식각 공정으로는 반응성 이온식각(Reactive Ion Etching; RIE) 방법을 이용한다.

<40> 도 3a 내지 도 3f는 도 2와 같이 구성된 본 발명의 금속배선 형성용 원판을 이용하여 다층 구조의 금속배선을 형성하는 과정을 도시한다.

<41> 도 3a를 참조하면, 소정의 공정을 거친 실리콘 기판(31) 상에 하부 저유전 절연막(32)이 형성된 상태에서 하부 저유전 절연막(32) 상에 연마정지층(33)을 형성한다. 연마

정지총(33)과 하부 저유전 절연막(32)을 패터닝하여 소정 깊이의 미세 트렌치를 형성하고, 전체 상부면에 확산 방지 금속막(34) 및 구리박막(35)을 순차적으로 형성한다. 연마 정지총(33) 상에 증착된 구리박막(35) 및 확산 방지 금속막(34)을 화학적기계적연마 (CMP) 공정으로 제거하여 트렌치 내에 확산 방지 금속막(34)에 의해 둘려 쌓여진 구리배선(35)을 형성한다. 이 후 구리배선(35)의 표면에만 선택적으로 확산 방지 금속막(36)을 형성한다. 확산 방지 금속막(36)은 후속 공정에서 구리(Cu)의 확산을 막아 기판이나 장비의 오염을 방지하며 상부에 형성될 금속배선과의 전기적 접촉을 용이하게 한다.

<42> 도 3b를 참조하면, 실리콘 기판(31) 상에 도 2와 같이 구성된 원판(20)을 위치시킨 후 적절한 압력을 가하여 측벽(20b)이 실리콘 기판(31)의 가장자리면과 밀착되도록 한다. 원판(20)과 실리콘 기판(31)이 완전히 밀봉되어야 금속배선 간의 완전한 접촉이 이루어지고 절연막의 외부 누출도 방지된다.

<43> 도 3c를 참조하면, 제 1 주입구(20c)를 통해 액체 상태 또는 일정한 점도를 갖는 줄(Sol) 또는 젤(Gel) 상태의 저유전 절연물질(37a)을 소정 두께 주입한 후 저유전 절연물질(37a)에 포함된 용제를 제거하는 동시에 막질이 치밀해지도록 1기압 이상의 불활성 기체 분위기에서 10초 이상 예를들어, 10초 내지 10분동안 열처리한다. 이 때 원판(20)과 실리콘 기판(31)을 100 내지 450°C의 온도로 유지되도록 한다. 저유전 절연물질(37a)로는 탄소를 함유하거나 저밀도의 유기 또는 무기 계열의 물질을 사용하며, 주입되는 두께는 3000 내지 30000Å 정도가 되도록 한다.

<44> 도 3d를 참조하면, 제 2 주입구(20d)를 통해 액체 상태 또는 일정한 점도를 갖는 줄(Sol) 또는 젤(Gel) 상태의 연마정지총 물질(37b)을 내부의 공간부가 완전히 매립되도록 주입한 후 연마정지총 물질(37b) 및 저유전 절연물질(37a)에 포함된 용제를 제거하는

동시에 막질이 치밀해지도록 1기압 이상의 불활성 기체 분위기에서 10초 이상 예를들어, 10초 내지 10분동안 열처리한다. 이 때 원판(20)과 실리콘 기판(31)을 100 내지 450°C의 온도로 유지되도록 한다. 연마정지층 물질(37b)로는 2.0 내지 4.5 정도의 유효율을 갖는 무기 계열의 물질을 사용한다.

<45> 저유전 절연물질(37a) 및 연마정지층 물질(37b)의 막질을 치밀하게 하기 위한 열처리 과정에서 발생되는 수축이 기판(31)과 수직 방향으로 유지되지 않을 경우 원판(20)의 트렌치 형성용 양각패턴(21) 및 비아홀 형성용 양각패턴(22)과 저유전 절연물질(37a) 및 연마정지층 물질(37b) 사이가 과도하게 분리되어 패턴의 모양이 불량해진다. 따라서 본 발명에서는 도 3c 및 도 3d의 열처리를 1기압 이상의 불활성 기체 분위기에서 10초 이상 실시함으로써 1기압 이상의 압력이 비등방성으로 기판(31)과 수직 방향으로 가해지도록 한다.

<46> 도 3e를 참조하면, 실리콘 기판(31)으로부터 원판(20)을 분리하면 원판(20)에 형성된 다수의 트렌치 형성용 양각패턴(21)에 의해 성형된 다수의 트렌치(38) 및 다수의 비아홀 형성용 양각패턴(22)에 의해 성형된 다수의 비아홀(39)을 갖는 다층 구조 즉, 저유전 절연물질(37a) 및 연마정지층 물질(37b)로 이루어진 절연막 패턴(37)이 제작된다.

<47> 도 3f를 참조하면, 트렌치(38) 및 비아홀(39)을 포함하는 절연막 패턴(37)의 전체 상부면에 확산 방지 금속막(40) 및 구리박막(41)을 순차적으로 형성한다. 절연막 패턴(37) 상에 증착된 구리박막(41) 및 확산 방지 금속막(40)을 화학적기계적연마(CMP) 공정으로 제거하여 트렌치(38) 내에 확산 방지 금속막(40)에 의해 둘려 쌓여진 구리배선(41)을 형성한다. 이 때, 비아홀(39) 상부의 구리배선(41)은 비아홀(39)에 매립된 확산 방지

금속막(40) 및 구리박막(41)에 의해 하부의 구리배선(35)과 전기적으로 연결된다. 이 후 구리배선(41)의 표면에만 선택적으로 확산 방지 금속막(42)을 형성한다.

<48> 상기 확산 방지 금속막(34 및 40)은 Ta, TaN, TiN, TiNSi, WN, WCN 또는 이들 금속의 조합으로 이루어진 합금을 물리기상증착(PVD), 화학기상증착(CVD) 또는 원자층증착(ALD) 방법으로 증착하여 형성하며, 0.5 내지 50nm의 두께로 형성한다.

<49> 상기 구리박막(35 및 41)은 전기도금, 무전해 도금 또는 화학기상증착(CVD) 방법으로 트렌치가 완전히 매립될 때까지 200 내지 2000nm 두께의 구리(Cu)를 증착하여 형성한다.

<50> 상기 구리배선(35 및 41)의 표면에 형성되는 확산 방지 금속막(36 및 42)은 W, Ti, Ta 등의 고융점 금속이나, Ni, Co, P, B 등의 화합물로 형성할 수 있으며, 선택적 무전해 도금법 등을 이용하면 구리배선(35 및 41)의 표면에만 1 내지 100nm 두께의 확산 방지 금속막(36 및 42)을 선택적으로 형성할 수 있다.

<51> 상기와 같은 도 3b 내지 도 3f의 공정을 반복적으로 실시하면 원하는 다층 구조의 금속배선을 형성할 수 있다.

【발명의 효과】

<52> 상술한 바와 같이 본 발명은 다수의 트렌치 형성용 양각패턴 및 다수의 비아홀 형성용 양각패턴을 갖는 금속배선 형성용 원판을 제작하고, 이를 이용하여 트렌치 및 비아홀이 성형된 다층 구조의 절연막 패턴을 얻는다. 그리고 다마신 공정으로 트렌치 및 비

아홀에 금속을 매립하여 하부 금속배선과 전기적으로 연결되는 상부 금속배선을 형성한다.

<53> 본 발명은 사진 및 식각 공정을 적용하지 않음으로써 사진 및 식각 과정에서 발생되는 불량으로 인한 수율 및 신뢰성 저하를 방지하며, 공정 단계의 감소를 통해 생산비용을 절감시키고 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한, 단일 물질로 절연막 패턴을 형성하면 후속 금속층 연마(CMP) 과정에서 절연막 패턴의 낮은 기계적 강도, 파티클(Particle)의 발생, 연마제(Chemistry)에 의한 손상 등으로 인한 문제점이 발생되지만, 본 발명은 연마정지층을 포함하는 다층 구조의 절연막 패턴을 형성함으로써 이와 같은 문제점이 발생되지 않도록 한다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

a) 소정의 공정을 거친 실리콘 기판 상에 저유전 절연막을 형성하고 상기 저유전 절연막에 트렌치를 형성하는 단계와,

b) 상기 트렌치 내에 하부 금속배선을 형성하는 단계와,

c) 다수의 제 1 및 제 2 주입구가 각각 형성되고 가장자리부에는 소정 높이의 측벽이 형성된 플레이트와, 상기 플레이트 상에 형성된 다수의 트렌치 형성용 양각패턴과, 상기 트렌치 형성용 양각패턴 상에 형성된 다수의 비아홀 형성용 양각패턴으로 이루어진 원판을 상기 실리콘 기판 상에 밀착시키는 단계와,

d) 상기 제 1 주입구를 통해 소정 양의 제 1 절연물질을 주입한 후 열처리하는 단계와,

e) 상기 제 2 주입구를 통해 내부가 채워지도록 제 2 절연물질을 주입한 후 열처리하는 단계와,

f) 상기 원판을 제거하여 상기 트렌치 형성용 양각패턴에 의해 성형된 다수의 트렌치 및 상기 비아홀 형성용 양각패턴에 의해 성형된 다수의 비아홀을 갖는 다층 구조의 절연막 패턴을 얻는 단계와,

g) 상기 트렌치 내에 상기 비아홀을 통해 상기 하부 금속배선과 연결되는 상부 금속배선을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속배선 형성 방법.



1020020085483

출력 일자: 2003/5/22

【청구항 2】

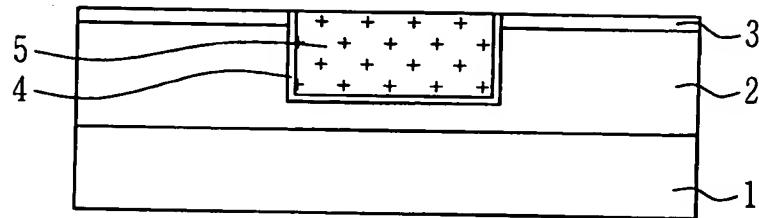
제 1 항에 있어서, 상기 제 2 절연물질은 연마정지층 역할을 할 수 있는 2.0 내지 4.5의 유전율을 갖는 무기 계열의 물질인 것을 특징으로 하는 금속배선 형성 방법.

【청구항 3】

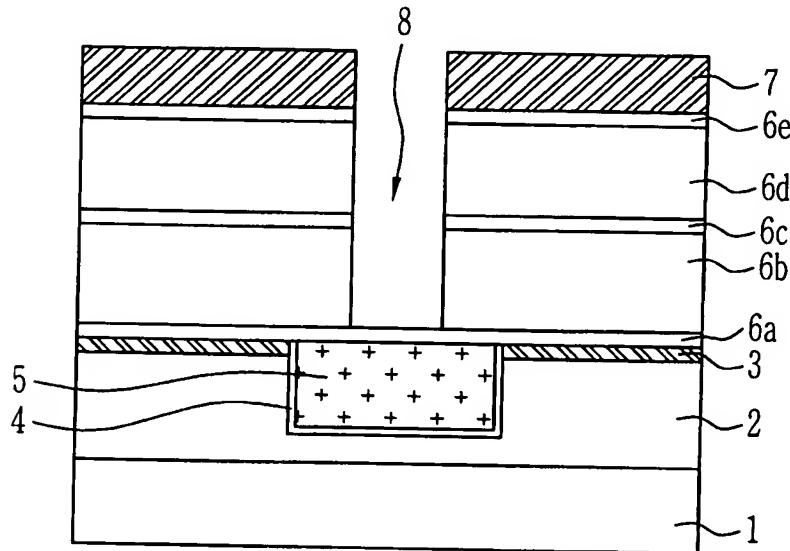
제 1 항에 있어서, 상기 d) 및 e) 단계의 열처리는 1기압 이상의 불활성 기체 분위기에서 10초 내지 10분동안 실시되는 것을 특징으로 하는 금속배선 형성 방법.

【도면】

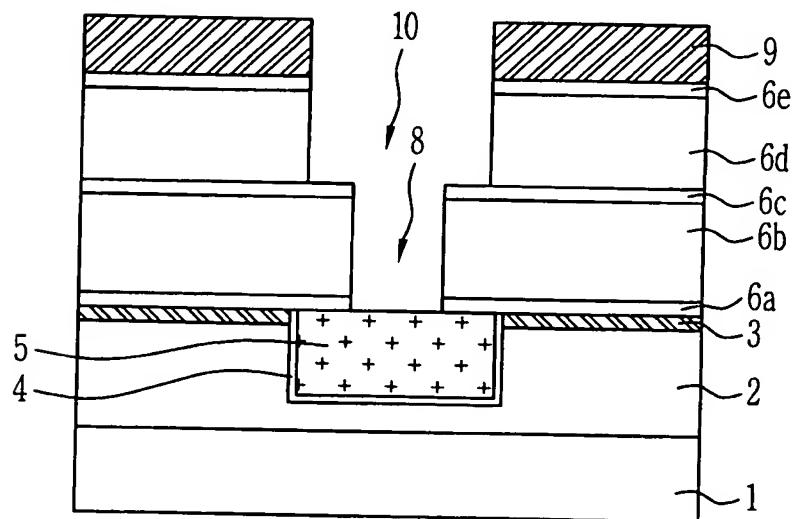
【도 1a】



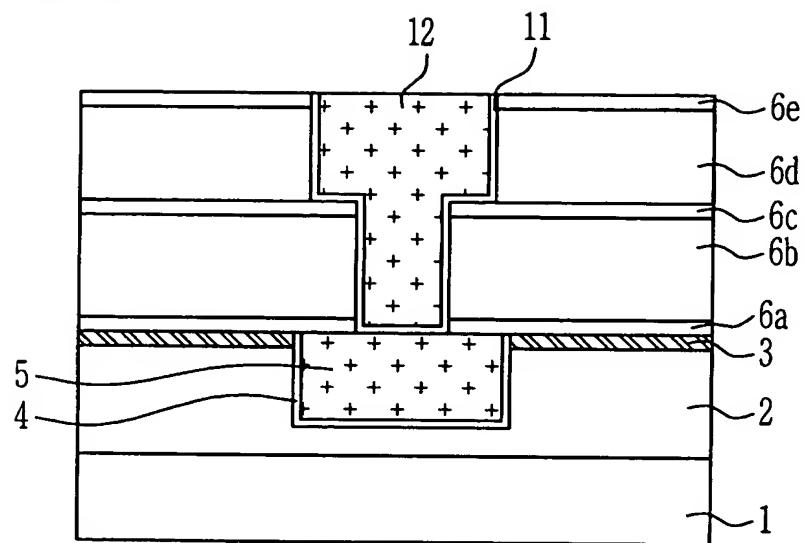
【도 1b】



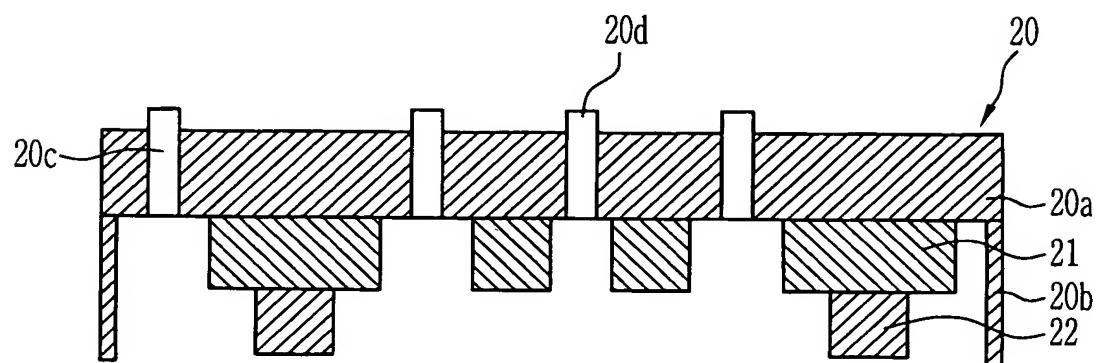
【도 1c】



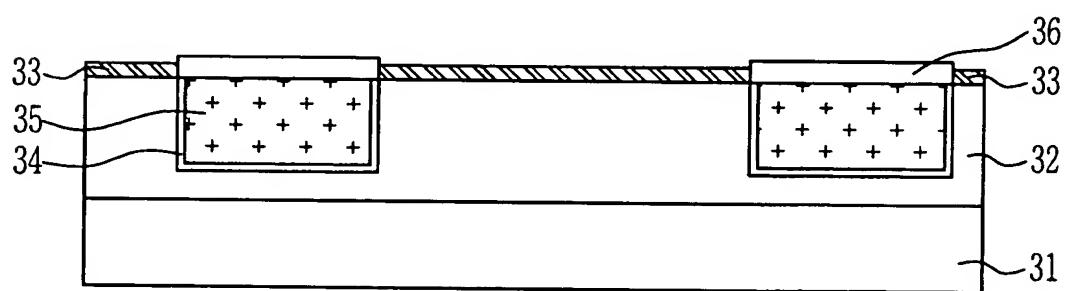
【도 1d】



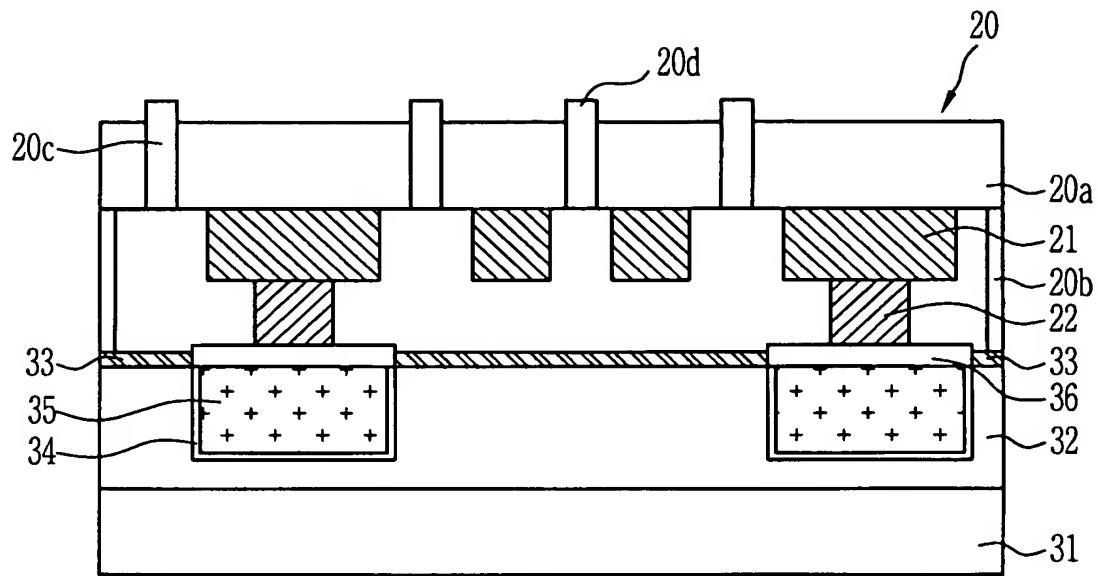
【도 2】



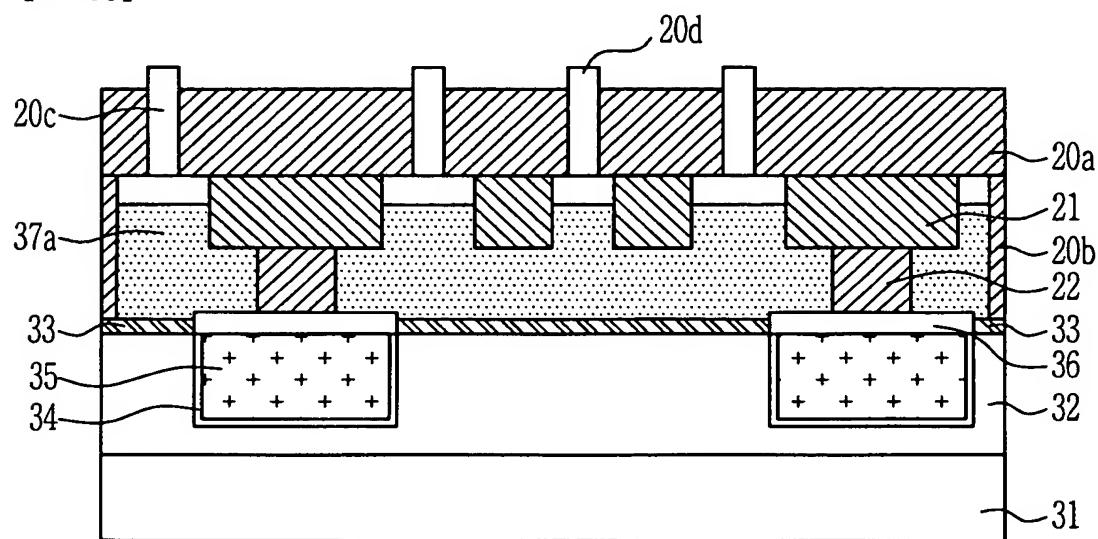
【도 3a】



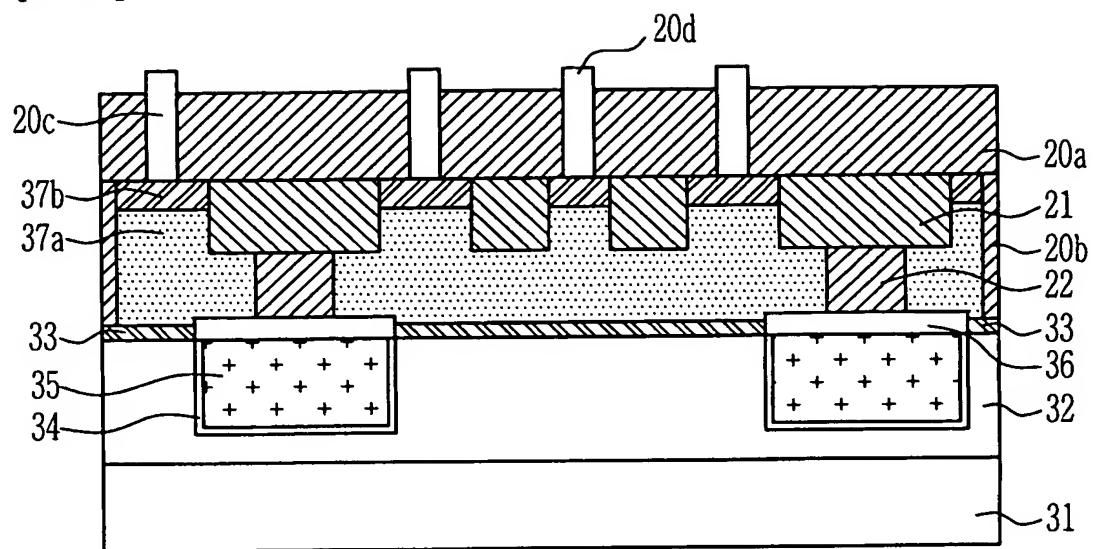
【도 3b】



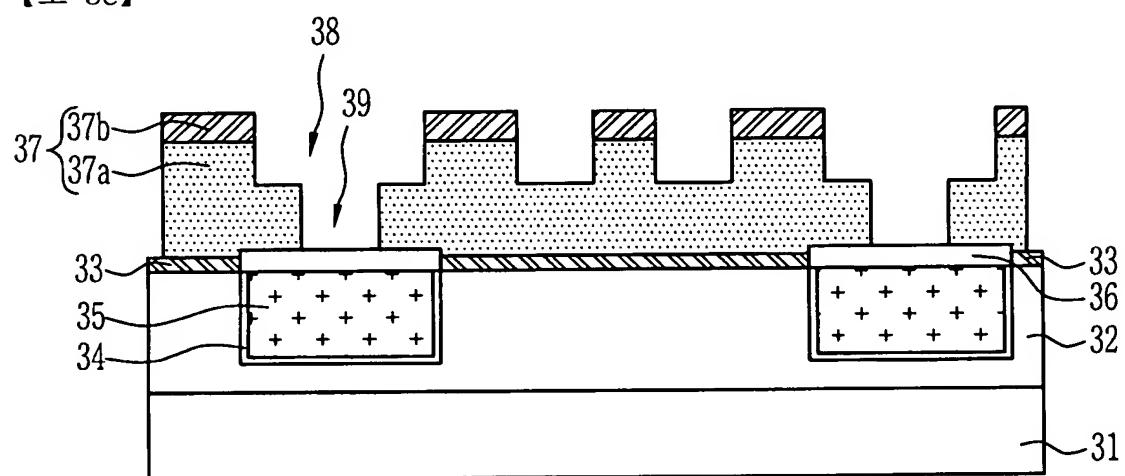
【도 3c】



【도 3d】



【도 3e】



【도 3f】

